

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-047137

(43)Date of publication of application : 17.02.1998

(51)Int.Cl.

F02D 41/14

F02D 41/40

F02M 47/02

F02M 55/02

F02M 65/00

(21)Application number : 08-206114

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC

(22)Date of filing : 05.08.1996

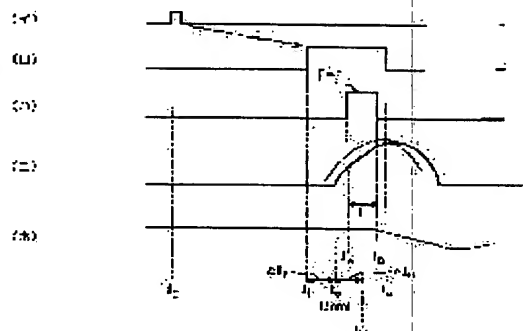
(72)Inventor : NONOYAMA YOSHIHARU  
TSUZUKI SACHIHIRO

(54) CONTROL METHOD FOR FUEL INJECTION TIMING OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To control a fuel injection timing by measuring a valve opening timing in each cylinder without installing a lift sensor in each cylinder concerning a control method for a fuel injection time of an internal combustion engine and its device.

**SOLUTION:** A timing  $t_{oc}$  when the pressure value of a pressure sensor provided on a common rail decreases after an injection from an injector is detected, and the propagation time  $\Delta t_{td}$  of a pressure wave from an injection nozzle to the common rail is made to retroact to the timing  $t_{oc}$  to compute the start timing  $t_{os}$  of actual fuel injection, and a difference between the start timing  $t_{os}$  of actual fuel injection and the target value  $t_{ot}$  of the injection start time is stored, and the target injection timing in the case of next injection is corrected by this stored value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-47137

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月17日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/14	3 3 0		F 0 2 D 41/14	3 3 0 B
41/40		9523-3G	41/40	E
F 0 2 M 47/02			F 0 2 M 47/02	
55/02	3 5 0		55/02	3 5 0 Z
65/00	3 0 1		65/00	3 0 1 A
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-206114

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月5日

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(72) 発明者 野々山 由晴

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 都筑 祥博

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

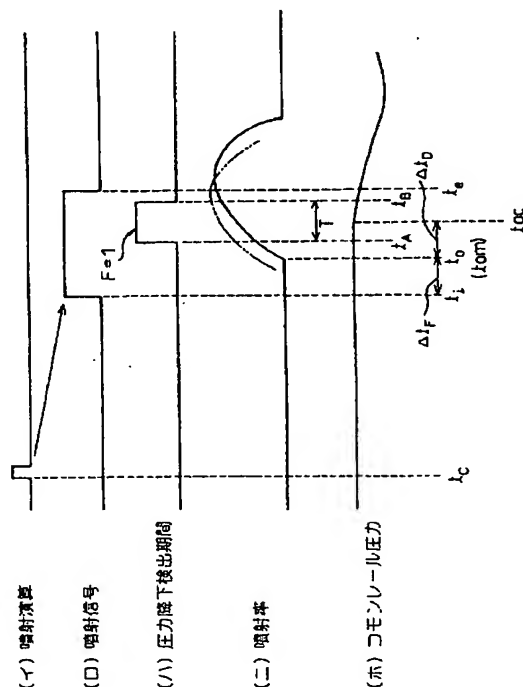
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射時期制御方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は内燃機関の燃料噴射時期制御方法及び装置に関し、各気筒毎にリフトセンサを設置することなく各気筒の開弁時期を計測し、燃料噴射時期の制御を行うことを目的とする。

【解決手段】 インジェクタよりの噴射後においてコモンレールに設けられる圧力センサの圧力値が減少する時期  $t_{sc}$  を検出し、この時期  $t_{sc}$  に対して噴射ノズルからコモンレールへの圧力波の伝播時間  $\Delta t_0$  を遡行させることにより実際の燃料噴射の開始時期  $t_{sc}$  を算出し、この実際の燃料噴射の開始時期  $t_{sc}$  と噴射開始時期の目標値  $t_0$  との差を記憶しておき、この記憶値によって次の噴射時の目標噴射時期  $t_0$  を補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加圧燃料を蓄圧するコモンレールと、各気筒の電子制御インジェクタと、コモンレールを前記電子制御インジェクタに接続する高圧配管とを備え、目標の燃料噴射開始時期と実際の燃料噴射開始時期との差に従った燃料噴射開始時期補正項を求め、燃料噴射開始時期指令を補正するようにした内燃機関の燃料噴射開始時期制御方法において、コモンレールに圧力センサを設け、インジェクタからの噴射後の前記圧力センサの出力の変化時期を計測し、前記燃料噴射開始時期補正項の算出は圧力センサの出力変化時期の前記計測値に前記コモンレールから前記電子制御インジェクタのノズルシート部までの圧力波の伝播時間を考慮することにより行うことを特徴とする内燃機関の燃料噴射時期制御方法。

【請求項2】 前記伝播時間は所定の算出式によって算出されることを特徴とする特徴とする請求項1に記載の内燃機関の燃料噴射時期制御方法。

【請求項3】 前記伝播時間は実機による試験によって得られることを特徴とする特徴とする請求項1に記載の内燃機関の燃料噴射時期制御方法。

【請求項4】 加圧燃料を蓄圧するコモンレールと、このコモンレール内の燃料噴射量を内燃機関の各気筒に噴射し、電気信号に応答して燃料噴射を断続する噴射ノズルと、コモンレールと噴射ノズルとを連通する高圧燃料配管と、前記コモンレール内に配置され、前記コモンレール内の燃料噴射量圧力を検出する圧力センサと、前記噴射ノズルの噴射時期を制御する電気信号を出力する噴射信号発生回路と、前記電気信号を出力してから前記圧力センサで検出される圧力が変化を開始する時期の検出手段と、圧力の前記変化の開始時期に対して前記高圧燃料配管および前記噴射ノズル内の圧力波の伝播時間を補正することにより実際の燃料噴射の開始時期を演算する手段と、前記噴射信号発生回路からの噴射信号による噴射開始時期の演算値と実際の噴射開始時期の演算値との差を記憶する手段と、前記記憶された差によって次の噴射における噴射信号発生手段による噴射信号の時期を修正する手段と、を具備した内燃機関の燃料噴射時期制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明はディーゼル機関、特に自動車用ディーゼル機関等の内燃機関の燃料噴射時期制御方法及び装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 自動車用の燃料噴射内燃機関においては、燃料噴射時期は機関の最適な燃焼作動に影響を及ぼす。即ち、燃料噴射時期が最適値からずれてくると排気

ガス中の有害成分の量が多くなったり、騒音が増大等の不具合が生ずるため、燃料噴射時期の最適制御の必要がある。そこで、電子制御式の内燃機関では、燃料噴射時期について機関回転数と負荷とよりなるマップを設け、機関の運転中においてその回転数と負荷に対応した燃料噴射時期をマップより演算し、この算出された燃料噴射時期が得られるように燃料インジェクタを駆動している。ところが、インジェクタの個々の変動や経時変化によってマップより計算される燃料噴射時期が内燃機関の最適な燃焼作動を行わせるものからずれてくる。そのため、排気ガス中の有害成分の量が増大したり、騒音が大きくなったりするおそれがあった。

【0003】 そこで、特開平1-52570号公報では、各燃料インジェクタの噴射ノズルを開閉するニードルにリフト（揚程）センサを設け、リフトセンサの出力値からニードルの開弁時期を求め、目標噴射開始時期との差を演算することにより噴射開始時期の補正をするものを提案している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 特開平1-52570号公報では、各気筒のニードルの現実の開弁時期を知るために各気筒のインジェクタ毎にリフトセンサを設置する必要がある。リフトセンサは高価であるため、各気筒毎に設置することによるコストの増大は大きい。

【0005】 この発明はセンサ数を増加させることなく各気筒の開弁時期を計測し、燃料噴射時期の制御を行うことを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 請求項1、4の発明によれば、コモンレールに設けられる圧力センサにより、インジェクタからの噴射により惹起されたコモンレール圧力の変化時期を検出し、この検出値に、コモンレールから前記電子制御インジェクタのノズルシート部までの圧力波の伝播時間を考慮することにより、目標噴射開始時期に対する補正項を算出しているため、各気筒毎にリフトセンサを設けることなく、気筒毎の燃料噴射時期の補正を的確に行うことができ、構成の単純及びコスト低減の効果がある。

【0007】 請求項2の発明により伝播時間を所定の算出式により算出することにより伝播時間を実測することなく把握することが可能であり、効率化を図ることができる。請求項3の発明により伝播時間を実測することにより固体間差に係わらず伝播時間を正確に把握することができる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】 図1において、符号1は多気筒、例えば4気筒ディーゼル機関の各気筒に設けられる電子制御型の燃料インジェクタであり、高圧配管2によってコモンレール3に接続される。コモンレール3には燃料ポンプ4が接続され、燃料タンク5の燃料がコモンレール

ル3に供給される。燃料ポンプ4は周知の圧力制御機構を内蔵しており、これによってコモンレール3内の燃料圧力は運転条件に応じた所定の値に制御される。

【0009】6はインジェクタ1の作動のための制御回路であり、マイクロコンピュータシステムとして構成される。コモンレール3に圧力センサ7が設けられる。圧力センサ7はコモンレール3内に充填される燃料の圧力を検出する。圧力センサ7からのコモンレール3内の燃料圧力に応じた信号は制御回路6に送られる。後述のように、インジェクタからの現実の燃料噴射の開始は圧力センサ7によって検出されるコモンレール3内の燃料圧力の降下時期から高圧燃料配管および前記噴射ノズル内の圧力波の伝播時間を補正することにより把握することができる。

【0010】制御回路6には圧力センサ7に加えエンジンのクランク軸の例えば30°及び720°毎の回転角度に応じたパルス信号を発生するクランク角度センサ8、図示しない燃料噴射ポンプの噴射制御レバーの回転角度を検出するセンサ又はアクセルペダルの踏み込み量を検出するセンサ等より成る負荷センサ9が接続され、これらのセンサの信号よりプログラムに従って必要な演算処理を実行し、各気筒のインジェクタ1の駆動のための燃料噴射信号の形成が行われる。

【0011】図2はインジェクタ1の詳細構成を示す。本体インジェクタ1はハウジング10と、ハウジング10の先端に固定されたニードルボディ12と、ディスタンスピース14と、ニードルボディ12のニードル孔12-1に上下摺動自在に收容されるニードル16と、ニードル16を開弁付勢するニードルスプリング18と、ハウジング10のコマンドピストン孔10-1内に上下摺動自在に嵌合されるコマンドピストン20と、ハウジング10の他端に固定されたソレノイド22と、ソレノイド22に対向配置されたアーマチュア部24'を一体に形成し、ハウジング10の孔10-2内を上下摺動自在に嵌合された制御弁24と、制御弁24をソレノイド22から離開するように付勢するアーマチュアスプリング28とを具備する。更に制御弁24の弁部24"下面にかかる油圧力をキャンセルするために弁部24'のシート径と同程度の径をもつバランスロッド26を具備するニードルボディ12はニードル孔30を形成し、その下端はノズルシート32をなし、ノズルシート32はニードルボディ12の下端のノズル34まで延びている。ニードルスプリング18はニードル16をその下端がノズルシート32に着座するように付勢している。ニードル孔30はその上端がニードル16の上端の径拡大部の周囲において燃料溜室40を形成している。燃料溜室40の燃料圧力はニードル16をスプリング18に抗してリフトせしめる力を発生する。ニードル孔30はニードルボディ12、ディスタンスピース14及びハウジング10を介して形成される高圧燃料通路42に連通される。高圧燃料

通路42はコモンレール3から延びる前記の高圧配管2に接続される。

【0012】ニードル16と対向したコマンドピストン20の上端に制御室44が形成され、この制御室44は絞り46を介して高圧配管2に接続される。ハウジング10に形成される制御ポート48は下端が制御室44に開口され、上端は制御弁24の下端の弁部24"に対向している。スプリング28によって制御弁24は制御ポート48を閉鎖するように付勢され、制御弁24の弁部24"の周囲に形成される低圧室50は制御ポート48から切り離されている。この低圧室50は低圧通路52を介して燃料タンク側に接続される。

【0013】ソレノイド22が消磁された状態ではスプリング28は制御弁24をして下降させ、その弁部24"が制御ポート48を閉鎖する。一方、高圧配管2の高圧燃料は高圧通路42を介して燃料溜室40に導入されており、ニードル16を開弁方向に付勢するが、高圧燃料は制御ポート48を介して制御室44に導入され、コマンドピストン20を介してニードル16を開弁付勢する。したがって、高圧燃料による開弁力と閉弁力とは相殺され、結局スプリング18によってニードル16は閉鎖される。

【0014】ソレノイド22が励磁されると、アーマチュア24'はスプリング28に抗して上昇変位され、制御弁24の弁部24"は制御ポート48よりリフトされ、制御室44から燃料が低圧配管側に抜ける。そのため、制御室44におけるニードル16を下降せしめる力は弱まり、燃料溜室40の燃料圧によってニードル16はスプリング18に抗してパルプシート32よりリフトされ、ノズル34より燃料の噴射がされる。

【0015】コモンレール3の所定圧力はインジェクタ1からの燃料噴射の実行によって降下される(図5の(ホ)参照)。圧力センサ7によって検出されるコモンレール3の圧力降下はインジェクタ1の開弁開始(ニードル16のリフト開始)の時点から圧力センサ7に圧力波が伝播するまでの時間だけ遅延する。この遅延時間 $\Delta t_0$ は一般に配管系(高圧通路42、高圧配管2、及びコモンレール3)の弾性特性と燃料の特性とによって決定され、径D、長さl、縦弾性係数E、流路(配管)の支持法によって決まる定数C、肉厚eが変化する部分毎(n個)に分けて次の式によって求めることができる。

【0016】

【数1】

$$t_0 = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{a_i} \quad a_i = \sqrt{\frac{\gamma}{g} \left( \frac{1}{k} + \frac{D_i c_i}{E_i e_i} \right)}$$

【0017】ここに、 $\gamma$ :燃料密度、 $k$ :体膨張係数、 $g$ :重力の加速度である。なお、 $\Delta t$ は実機において実験によって求めることも可能である。即ち、コモンレール3の圧力降下の時点から $\Delta t_0$ だけ時間を遡行させる

ことにより現実の噴射時期を把握することができる。この発明では、このように把握される現実の噴射時期が目標の噴射時期となるように制御することによって所期の噴射作動を実現するようにしている。

【0018】次に、制御回路4による燃料噴射作動について図3、図4のフローチャートと図5のタイミング図によって説明する。図3は燃料噴射ルーチンであり、クランク角度センサ8からの所定クランク角度毎、例えばクランク角度30°毎のパルス信号の到来のたびに実行される。ステップ100では第1気筒の噴射演算タイミングか否か判別される。ディーゼル機関では燃料噴射は各気筒の圧縮上死点直前で実行され、噴射演算は噴射時期に対して必要な余裕を持った手前のタイミングとなるように設定される。図5においては、噴射演算タイミング $t_1$ は(i)に示される。同様にステップ102では第2気筒の噴射演算タイミングか否か判別され、ステップ104では第3気筒の噴射演算タイミングか否か判別され、ステップ106では第4気筒の噴射演算タイミングか否か判別される。

【0019】ステップ100で第1気筒の燃料噴射演算タイミングと判断されたときは、ステップ108に進み、燃料噴射量 $Q$ の演算が行われる。周知のように機関回転数と機関負荷との多数の値の組み合わせに対する燃料噴射量のマップ（燃料噴射量マップ）があり、ステップ108ではそのときの機関回転数と負荷の値に対する燃料噴射量 $Q$ の補間演算が実行される。

【0020】ステップ110では噴射開始時期（インジェクタ1のニードル16の開弁開始時期）の目標値 $t_0$ の演算が実行される。周知のように機関回転数と機関負荷との多数の値の組み合わせに対する最適噴射開始時期の値のマップ（噴射開始時期マップ）が設けられ、ステップ110ではそのときの機関回転数と負荷の値に対する燃料開始時期の補間演算が実行される。

【0021】ステップ112ではステップ110で演算された噴射開始時期の目標値 $t_0$ から誤差修正値 $\Delta t_0$ を引き算したものを噴射開始時期の目標値 $t_0$ に置き換える。誤差修正値 $\Delta t_0$ は後述するように前回（クランク角度で720°前）の第1気筒での噴射において、共通レール3の圧力降下より把握される噴射開始時期の実際の値 $t_{01}$ と目標値 $t_0$ との差である（図4のステップ150）。

【0022】ステップ114ではステップ112で算出される目標噴射開始時期 $t_0$ において噴射を開始せしめるインジェクタ1の駆動信号の開始時期 $t_i$ の演算を示す。即ち、インジェクタ1の駆動信号が出てから実際にニードル16がリフトを介するまでは制御弁24がリフトし、それによりコマンドピストン20がリフトされ、それがニードル16に伝えられるという一連の動作に伴う遅延時間が伴う。開始時期 $t_i$ は目標噴射開始時期 $t_0$ からこの時間 $\Delta t_i$ （図5の(ii)）を引いた値として算出

されるものである。 $\Delta t_i$ の値は実機によるテストによって定めることができる。

【0023】ステップ116はインジェクタ1の駆動信号がオフとなる時刻 $t_o$ の算出を示す。この時刻 $t_o$ はインジェクタ1がオンとなる時刻 $t_i$ からステップ108で演算される量 $Q$ の燃料を噴射するのに要する時間として算出される。ステップ118ではインジェクタ1の駆動信号のオン時刻 $t_i$ 及びオフ時刻 $t_o$ が制御回路6に設けられる時刻一致レジスタにセットされる。この時刻一致レジスタは時刻 $t_i$ の到来によってインジェクタの駆動信号をオンとし、時刻 $t_o$ の到来によってインジェクタの駆動信号をオフとする（図5の(iii)参照）。

【0024】ステップ120は第1気筒の噴射による共通レール3の圧力検出期間 $T$ の開始時期 $t_s$ の算出、ステップ122は終了時期 $t_e$ の算出を示す（図5の(iv)）。図5の(v)は共通レール3の圧力変化を示し、前述したように燃料噴射の開始から前記式によって決まる圧力伝播に要する時間 $\Delta t_s$ の後（(vi)の $t_{s1}$ ）に圧力の降下が見られる。ステップ120、122ではこの圧力の降下時点 $t_{s1}$ を確実に含むと予測することができる噴射の開始後の適当な時間範囲 $t_{s1} \sim t_{e1}$ が設定される。ステップ124では時刻 $t_{s1}$ 、 $t_{e1}$ がセットされる。即ち、制御回路6は図示しない比較レジスタを含み、時刻 $t_{s1}$ が到来するとその気筒の圧力降下検出期間を示すフラグを図5の(vi)のFのようにセットし、時刻 $t_{e1}$ が来るとそのフラグFをリセットする。従って、フラグFの状態によって第1気筒の噴射後の共通レール圧力降下検出期間にあるか否かの判別が可能となる。

【0025】図3のステップ102、104、106でそれぞれ気筒2、3、4の噴射演算タイミングと判断されたときの処理はそれぞれステップ108～124の処理と同様である。これにより、各気筒で独立した燃料噴射タイミング及び燃料噴射量の制御を行うことができる。また、それぞれの気筒について噴射後の共通レール圧力降下検出期間を設定することができる。

【0026】図4は圧力降下の検出及びそれに伴う燃料噴射時刻の修正値の $\Delta t$ の算出を示す。このルーチンは所定の時間間隔毎（例えば0.1ミリ秒毎）に実行される時間割り込みルーチンとする。ステップ140では第1気筒の噴射後の共通レール3の圧力降下検出期間か否かの判別が行われる。そのため、図3のステップ120～124によって設定されるフラグ $F=1$ か否かが判別される。第1気筒の噴射後の共通レール3の圧力降下検出期間である（ $F=1$ ）との判断の場合は、ステップ142に進み、圧力降下の検出が既に行われているか否かの判断がされ、圧力降下の検出が未だ行われていない場合はステップ143に進み、圧力センサ7による共通レール圧力の検出値 $P$ が $P_0$ に取り込まれる。ステップ144では今回の圧力の検出値 $P$ が前回（0.1ミリ秒前）の圧力の検出値 $P_{01}$ より小さいか否かが判別される。 $P_0 <$

$P_{i-1}$  でない場合はインジェクタ1の噴射によるコモンレール3の圧力降下が未だ起こっていないと判別し、ステップ145に進み、 $P_{i-1}$  を  $P_i$  によって更新し、この  $P_{i-1}$  の値は次回（即ち0.1ミリ秒後）にステップ144で使用される。

【0027】ステップ144で  $P_i < P_{i-1}$  との判断は、インジェクタ1の噴射により惹起されたコモンレール3の圧力降下が前回このルーチンを通ってから今回このルーチンを通るまでに発生したことを示す。このときはステップ146に進み、そのときのタイマ（制御回路6に具備される図示しないフリーランタイマ等）の値  $t$  が  $t_{\alpha}$  に入れられる。この  $t_{\alpha}$  の値は図5の(ホ)においてコモンレールの圧力がそれまでの一定値から降下を開始する時点に相当する。次にステップ148に進み、コモンレールの圧力降下開始時刻  $t_{\alpha}$  から  $\Delta t_{\alpha}$  を引き算したものがこの圧力降下を惹起させた燃料噴射の実際の開始時刻  $t_{\alpha}$  として算出される。即ち、 $\Delta t_{\alpha}$  は、インジェクタ1の開弁開始から圧力センサ7に圧力波が伝播するまでの時間であり、コモンレールの圧力降下が起こった現在の時刻  $t_{\alpha}$  から  $\Delta t_{\alpha}$  だけ逆上った時刻を現実の開弁開始時刻として把握することができるのである。ステップ150ではこのように把握された実際の開始時刻  $t_{\alpha}$  から機関回転数や負荷により演算される（図3のステップ108）目標開弁時刻  $t_{\alpha}$  を引き算したものが噴射開始時刻補正量  $\Delta t_{\alpha}$  とされ、これは次回の第1気筒の噴射において、図3のステップ112において、目標噴射時期  $t_{\alpha}$  の修正に使用される。

【0028】ステップ152では第2気筒の噴射によるコモンレールの圧力降下検出期間か、ステップ154では第3気筒の噴射によるコモンレールの圧力降下検出期間か、ステップ156では第4気筒の噴射によるコモンレール\*

\*ルの圧力降下検出期間か、それぞれ判断され、肯定判断されたときは、それぞれ、第1気筒のステップ142～150と同様な手順により、各気筒の圧力降下時期  $t_{\alpha}$  の検出、噴射開始時刻補正量  $\Delta t_{\alpha}$  の算出が行われ、第2、第3、第4気筒のそれぞれについて次回の噴射において使用される。

【0029】図5の(ニ)において、実線はインジェクタ1からの噴射による現実の噴射率の変化、破線は目標の噴射率の変化とする。現実の噴射率の変化と目標の噴射率の変化とで実線と破線のようなずれがあっても、図3、図4の制御によって現実の噴射開始時期  $t_{\alpha}$  を目標噴射開始時期  $t_{\alpha}$  に一致させることができ、噴射率特性についても目標特性に合致させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1はこの発明の燃料噴射装置の概略構成図である。

【図2】図2は図1の部分詳細図である。

【図3】図3は燃料噴射ルーチンのフローチャートである。

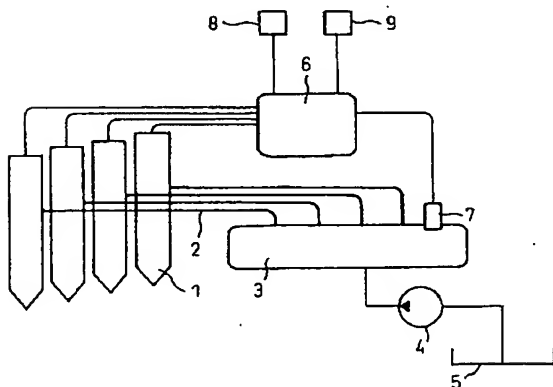
【図4】図4は圧力降下検出ルーチンのフローチャートである。

【図5】図5はこの燃料噴射装置の作動タイミング図である。

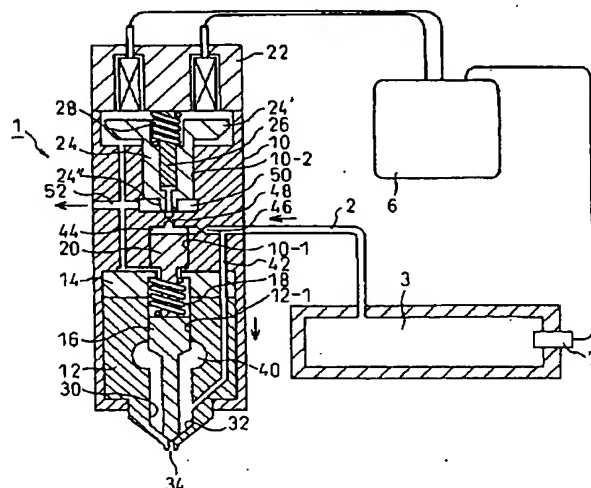
#### 【符号の説明】

- 1…インジェクタ
- 3…コモンレール
- 6…制御回路
- 7…圧力センサ
- 16…ニードル
- 34…ノズル

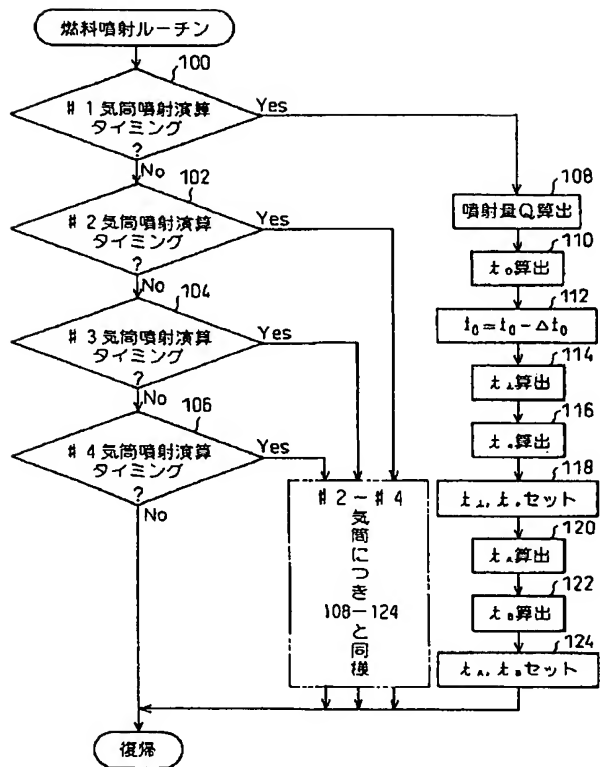
【図1】



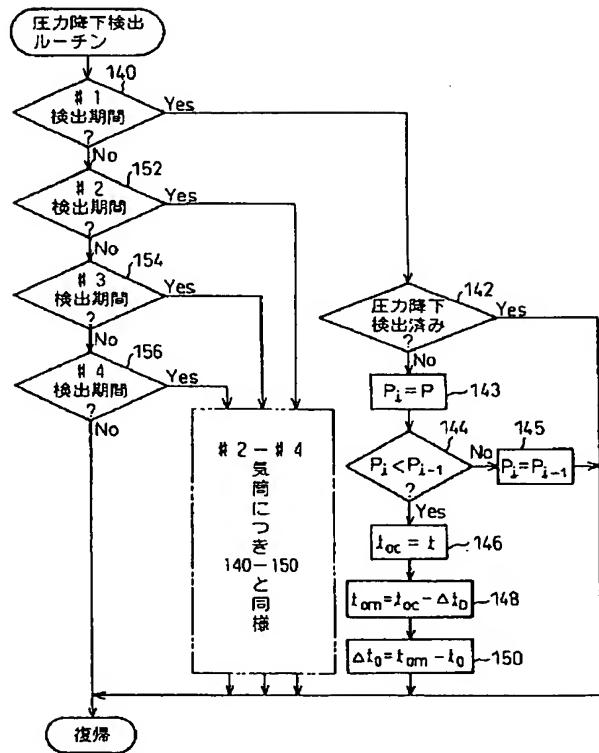
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

